le Métré

CAO-DAO avec Autocad
Étude de prix

Deuxième édition 2011
mise à jour et augmentée

Jean-Pierre **Gousset**

Jean-Claude **Capdebielle** • René **Pralat**



SOMMAIRE

Thème 1
Terrain de hand-ball 17

Thème 2
Terrain de basket-ball 31

Thème 3
Stade d'athlétisme et terrain omnisports 43

Thème 4
Plan de masse 61

Thème 10
Piscine 229

Thème 11 Giratoire 257

Annexes

INTRODUCTION

Cette introduction n'a pas prétention de décrire de manière exhaustive le dessin technique, le métré et l'étude de prix mais présente seulement des aspects essentiels de ces 3 activités participant à l'acte de construire.

1 LE DESSIN TECHNIQUE

1.1 Le langage technique

C'est un langage international, outil de communication, entre différents intervenants qui permet à un projet de passer du stade de besoin au stade d 'exploitation, voire d'élimination de l'ouvrage.

Toutes ces phases, présentées de manière synthétique dans ce tableau, nécessitent des représentations graphiques associées à des pièces écrites.

Phases	Intervenants	Activités
Besoin	Maître d'ouvrage (client) Géomètre, topographe	Défini un programme Établi un relevé de terrain (plan topographique, plan de bornage, de masse…)
Conception	Maître d'œuvre, architecte, urbaniste Économiste de la construction Bureaux d'études techniques	Esquisse, APS (avant-projet sommaire) APD (avant-projet définitif), projet, ACT (assistance au maître d'ouvrage pour la passation du contrat de travaux) Estimation de l'ouvrage Pré-étude structure, thermique, acoustique, fluides…
Réalisation	Entreprises Maître d'œuvre Bureaux d'études techniques Bureau de contrôle OPC Organisation pilotage et coordination Coordinateur SPS	Soumissionne pour l'ouvrage, l'étudie (bureau des méthodes…) et réalise les travaux dans un délai donné Contrôle les travaux, les délais. Rendez-vous de chantier Plans d'exécution des structures, fluides… Contrôle les plans d'exécution, la réalisation sur le chantier Pour les chantiers importants Contrôle hygiène et sécurité sur le chantier
Réception (avec, ou non selon le cas, l'opération préalable à la réception)	Tous les intervenants Maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, bureaux d'études techniques, bureau de contrôle	DOE (dossier des ouvrages exécutés) DIUO (documents d'intervention ultérieur sur les ouvrages) Plan de recollement Livraison de l'ouvrage au maître d'ouvrage, remise des clés

REMARQUE : l'existence d'un bâtiment se poursuit après la réception par son exploitation (dépenses de fonctionnement, d'entretien…) jusqu'à sa démolition dans une approche de coût global.

Le dessin technique ou de construction permet la représentation d'une solution technologique à un problème posé (objets, ouvrages…) sur une surface plane. Un des plus anciens connus nous vient d'Égypte : 2 vues d'un tombeau, sans cotes, sur papyrus.

Ce langage technique, composé :

- de lignes en traits fins, forts, continus, interrompus… ;
- de cotation ;
- d'écriture : nomenclature, cartouche… ;
- de symbole : réseaux, appareillage électrique… ;

comporte 3 champs complémentaires :

- le champ de la mesure (respect du réel, échelle…) et de la géométrie (parallèle, perpendiculaire, tangent… ;
- le champ du codage (type de trait, des hachures…) ;
- le champ technique (la circulation dans un bâtiment : horizontale et verticale, le système porteur : poteaux poutres, porte-à-faux…).

La représentation des dessins d'architecture, de bâtiment et de génie civil fait l'objet d'une norme NF P 02-001 que l'on consultera utilement. Elle est complétée par d'autres normes : NF P 02-005 pour les cotations, NF P 02-006 pour les formats…

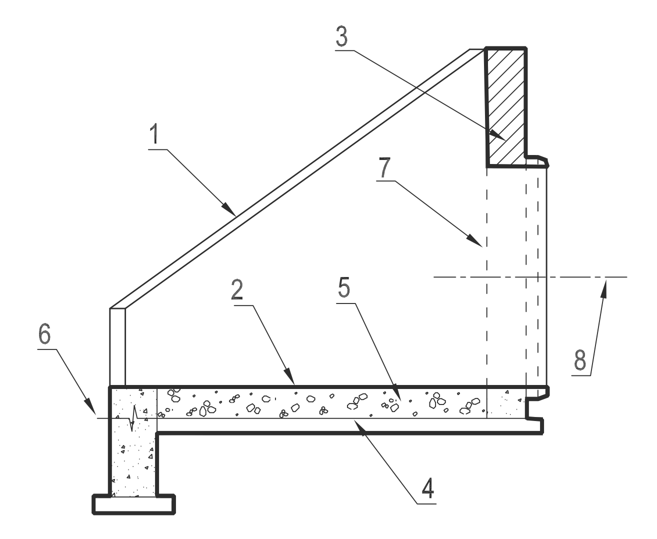
1.2 Les conventions du dessin technique

1.2.1 Les traits

Traits	Désignation	Utilisations
	Continu fort	Contours et arêtes vues
	Continu renforcé	Contours des sections, des zones coupées
	Continu fin	Arêtes fictives vues Lignes de cote, d'attache, de rappel Lignes de repères Hachures Constructions géométriques Contours de sections rabattues
	Continu fin « ligne à main levée » Continu fin droit avec zigzag	Limites de vues ou coupes partielles
	Interrompu fort ou Interrompu fin	Contours cachées, arêtes cachées (l'un ou l'autre sur un même dessin)
	Mixte fin	Axe de révolution, trace du plan de symétrie, trajectoire, fibre moyenne
	Mixte fort	Lignes ou surfaces particulières, trace de plan de référence
	Mixte fin avec éléments forts	Trace de plan de coupe continu ou brisé
	Mixte à deux tirets	Contours situés en avant du plan de coupe (couverture sur une vue en plan) Contours d'éléments voisins, demi rabattement

Remarque :

- L'épaisseur des traits est au moins doublée du trait fin au trait fort et du trait fort au trait renforcé.
  Trait fin : de 0.13 mm à 0.20 mm.
  Trait fort : de 0.30 mm à 0.50 mm.
  Trait renforcé : de 0.60 mm à 1 mm.
- Un trait mixte se termine par des éléments longs.
- Les traits interrompus sont raccordés aux extrémités.



1 : trait fort (contour vu)
2 : trait renforcé (limite des contours coupés)
3 : trait fin (hachures)
4 : trait fin (trait matérialisant une différence de matériaux)
5 : Hachures (granulats du béton)
6 : Continu fin droit avec zigzag (reprise de bétonnage)
7 : Interrompu fin (contour caché)
8 : Mixte fin (axe de la réservation)

fig. 1 exemple de traits

Remarque : lorsque d'autres types de trait sont utilisés (avec des +, des x…) leur signification est répertoriée dans une légende (limite de clôture, haie, canalisation de gaz…).

1.2.2 Les écritures

La norme NF E 04-505 traite de l'écriture normalisée. Aujourd'hui, les dessins informatisés utilisent des polices et des tailles de caractère qui améliorent la lisibilité des plans. Les écritures et cotation manuelles sont toujours très utilisées sur les relevés d'architecture malgré le développement des tablettes graphiques.

1.2.3 Les échelles

À part pour les plans sur règle et les épures à l'atelier, il est rare que les sorties papier des dessins nécessaires à la réalisation des ouvrages soient à l'échelle réelle : 1 (1 cm dessiné pour 1 cm réel ou 1 m dessiné pour 1 m réel)

Les ouvrages du BTP sont reproduits sur des plans à échelle réduite :

- de 1/2 (1 cm dessiné pour 2 cm réels) pour un détail d'assemblage ;
- à 1/5 000e (1 cm dessiné pour 5 000 cm = 50 m réels) pour les plans de situation ou même davantage pour les routes et autoroutes (cartes routières).

L'échelle est un nombre sans dimension, rapport entre la dimension dessinée et la dimension réelle exprimée dans la même unité.

Expression de l'échelle : 1/50e ou 0.02 ou 2 cm par m

- Pour calculer ou vérifier l'échelle d'un dessin :

$$\text{échelle} = \frac{\text{dimension dessinée}}{\text{dimension réelle}}$$

exemple : ech. 1/50e 1/50=2/100 = 0.02 soit 2 cm pour 100 cm soit 2 cm pour 1 m

Cette égalité permet aussi le calcul :

- De la dimension dessinée

(pour un dessin « à la planche » car avec un logiciel, toutes les cotes saisies sont à l'échelle 1, l'utilisation de l'échelle intervient lors de la sortie papier)

dimension dessinée = dimension réelle × échelle

exemple : à l'ech. 1/200e ⇒ 1/200 = 5/1 000 = 0.005 soit 5 mm pour 1 000 mm soit 5 mm pour 1 m. Une longueur de 42 m sur le terrain est représentée par 21 cm sur le papier

$$\text{dimension du dessin} = 42 \text{ m} \times \frac{1}{200} = \frac{21 \text{ m}}{100}$$

$$= 21 \frac{\text{m}}{100} = 21 \text{ cm}$$

- De la dimension réelle

À partir d'une cote mesurée sur le plan (en principe à éviter car l'imprécision de la mesure est divisée par l'échelle d'où une multiplication par un facteur 50 ou 100…).

$$\text{dimension réelle} = \frac{\text{dimension dessinée}}{\text{échelle}}$$

EXEMPLE : à l'ech. 1/250e ⇒ 1/250=4/1 000=0.004 soit 4 mm pour 1 000 mm soit 4 mm pour 1 m, une longueur de 52 mm sur le papier représente 13 m sur le terrain.

$$\text{dimension réelle} = \frac{52 \text{ mm}}{\frac{1}{250}} = 52 \text{ mm} \times \frac{250}{1}$$

$$= 13\,000 \text{ mm} = 13 \text{ m}$$

Une imprécision de 1 mm sur le dessin entraîne une erreur de 250 mm ou 25 cm sur le terrain.

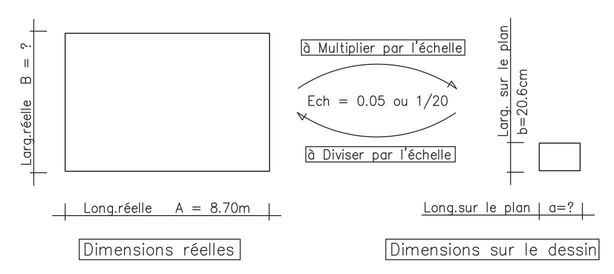


fig. 2 principe du facteur d'échelle

Si le facteur d'échelle est de 0.05 (5/100 soit 1/20) alors a = 8.70 m × 0.05 = 0.435 m = 43.5 cm et B = 20.06 cm/0.05 = 412 cm = 4.12 m

REMARQUE : parfois le facteur d'échelle n'est pas identique dans les 2 directions. Voir les profils en long ou les profils en travers fig. 46 du thème 4, fig. 32 et 33 du thème 9.

1.2.4 La cotation

Elle indique les cotes réelles de l'ouvrage.

Elles sont exprimées en mètre avec 3 décimales ou en millimètre mais un grand nombre de plans conservent l'habitude de coter en mètre avec 2 décimales lorsque la longueur est ≥ à 1 mètre et en cm lorsque la longueur est < à 1 mètre. D'autres plans sont cotés en cm. Dans tous les cas, le ou les unités sont précisées sur le plan. Les thèmes traités dans l'ouvrage montrent toutes ces options.

La cotation comporte 3 aspects :

- Une cotation dimensionnelle (essentiellement des nombres directement en relation avec la longueur représentée parfois suivis d'une tolérance : $400^{+0.04}_{0.00}$ pour dire que la longueur doit être comprise entre 400 et 400.04)
- Une cotation des niveaux
- Une cotation de repérage (essentiellement du texte, avec ou non une nomenclature associée)

1.2.4.1 Cotation dimensionnelle

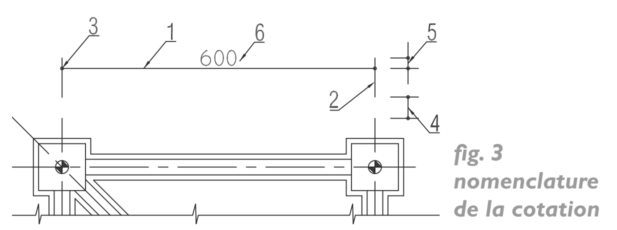


fig. 3 nomenclature de la cotation

1 : ligne de cote. **2** : ligne d'attache. **3** : extrémités des lignes de cotes ; options : flèches, points… **4** : distance entre le point coté et le début de la ligne d'attache. **5** : dépassement de la ligne d'attache par rapport à la ligne de cote. **6** : nombre ; distance en cm entre les 2 points cotés

Lorsque que les éléments sont des cercles ou des arcs de cercle, les nombres sont précédés de R pour rayon ou Φ pour diamètre.

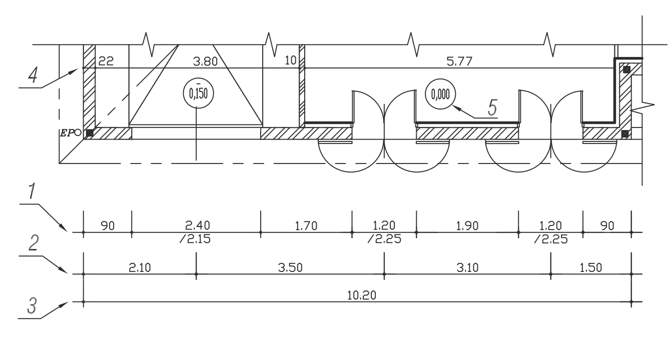


fig. 4 cotation d'une vue en plan

1 : cotation des baies (HNB / LNB) et des trumeaux (parties des murs situés entre les baies), **2** : cotation des axes des baies, **3** : cotation des décrochés ou cote totale, **4** : cotation intérieure, **5** : cotation des niveaux en plan

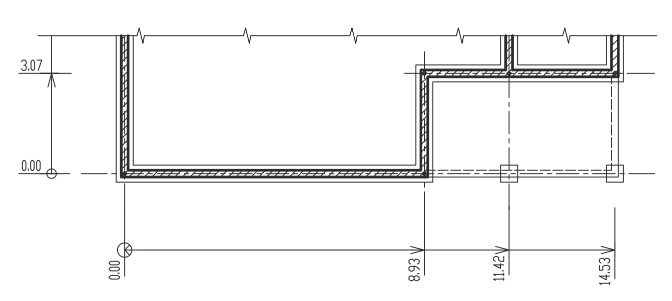


fig. 5 cotation cumulée d'une vue en plan des fondations

Lors d'une cotation cumulée, une ligne ou une surface est choisie comme référence (0.00 ou 0.000 selon l'unité et la précision). Toutes les cotes démarrent de cette référence (une référence par direction).

1.2.4.2 Cotation des niveaux

C'est une cote verticale (ou ≅ altitude), précédée d'un signe + ou – selon qu'elle est au-dessus ou au-dessous du niveau de référence, qui est indiquée à la fois sur les vues en plan et sur les coupes verticales.

Le niveau 0.000 peut être local ou NGF pour niveau général de la France. Dans cet exemple, les niveaux sont locaux, rattachés à un repère du chantier.

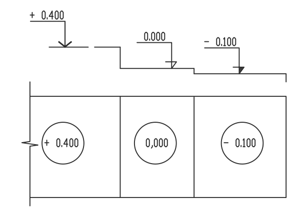


fig. 6 cotation des niveaux en plan et en élévation

1.2.4.3 Cotation de repérage

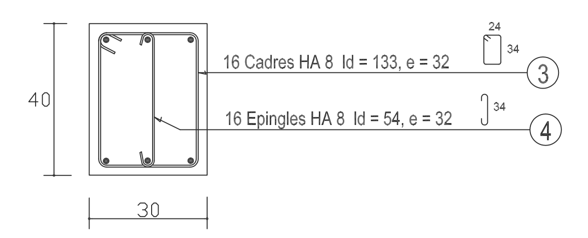


fig. 7 repérage des aciers

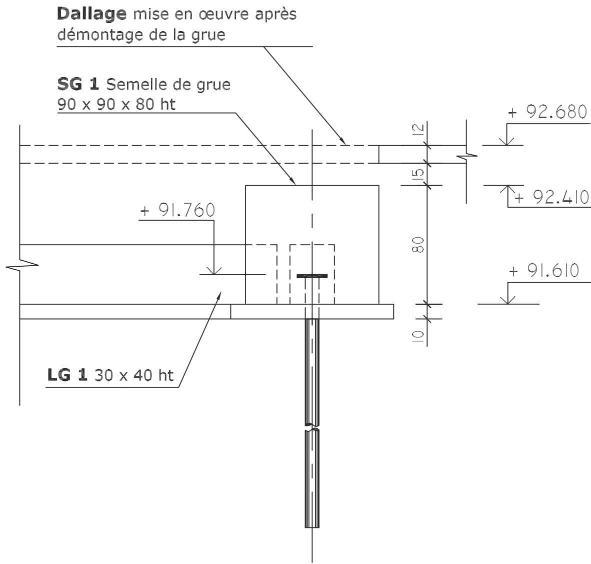


fig. 8 ensemble de cotations, dimensionnelle, de niveaux, de repérage

1.2.5 Les hachures et trames

Les hachures sont des traits fins qui matérialisent la matière coupée par le plan de coupe lors de la représentation des sections et des coupes. L'aspect de ces hachures varie en fonction de la nature des matériaux coupés.

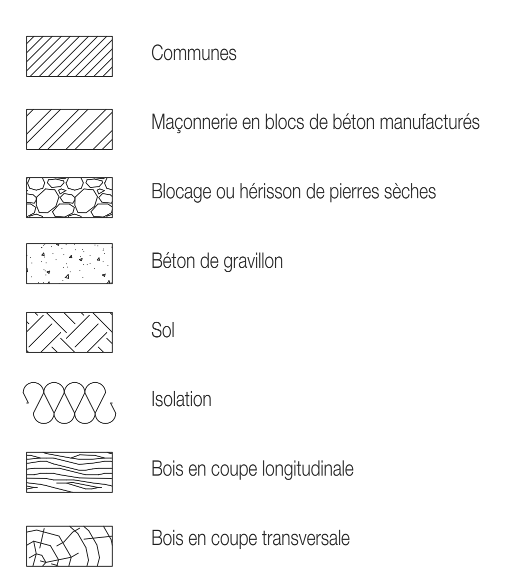


fig. 9 quelques hachures usuelles

Les trames donnent un aperçu des matériaux employés sur une vue qui n'est pas le résultat d'une coupe (couverture sur une façade…).


Carrelage grès cérame 20 × 40

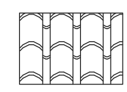

Couverture en tuiles « canal »

fig. 9 bis exemples de trames

1.2.6 LES FORMATS DE PAPIER

Autant que faire se peut, les dessins sont imprimés sur des formats normalisés mais, très souvent, les plans du BTP ont des dimensions qui imposent l'utilisation de rouleaux. Le format le plus courant est le A4 (210 mm × 297 mm) pris horizontalement ou verticalement. Les autres formats sont déduits du format inférieur en multipliant sa plus petite dimension par 2 :

Format A4 : 210 mm × 297 mm

Format A3 : 297 mm × 420mm (210 × 2)

Format A2 : 420 mm × 594 mm (297 × 2)

Format A1 : 594 mm × 840 mm

Format A0 : 840 mm × 1 188 mm (proche de 1 m^2)

Un cadre, tracé à 10 mm du bord de la feuille, réduit la surface utile. Le A4 sert de base au pliage des feuilles plus grandes

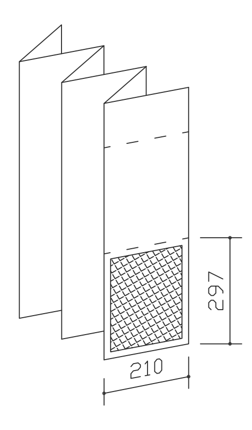


fig. 10 pliage d'un plan sur la base du cartouche A4

1.2.7 LE CARTOUCHE

C'est un cadre, visible après pliage de la feuille, en général en bas et à droite du dessin, de format A4 pour les grands plans et plus réduit sur un dessin déjà au A4, qui mentionne :

- Le titre du dessin ;
- L'échelle (ou les échelles), la date et l'auteur du dessin ;
- Un numéro de classement et un indice de modification ;
- Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre, le bureau d'étude… ;
- La phase du projet, esquisse, APS pour avant projet sommaire, APD pour avant projet définitif, DCE pour dossier de consultation des entreprises, PEO pour plans d'exécution des ouvrages.

CONSTRUCTION DE 10 LOGEMENTS

COMMUNE

Maitre d'ouvrage:

CHAUFFAGE / VENTILATION

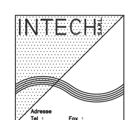
LOT N°: 9

LOGEMENTS 1-5-7: ETAGE

ARCHITECTE:

STRUCTURE:

Echelle:	Modifications:
Date:	
PLAN PROJET 09-07	



Bureau d'Etudes

Génie Climatique - Electrique

fig. 11 exemple de cartouche

1.3 La représentation des objets

Si les ouvrages sont représentés en perspective, au trait ou en image de synthèse pour donner l'allure générale, leur complexité nécessite une projection orthogonale sur un plan pour :

- Une définition complète (forme et dimension) ;
- L'intervention des divers corps d'état ;
- La réalisation sur le chantier…

Il faut savoir, à la fois

- lire des plans (associer les différentes représentations planes 2D pour en construire une image spatiale 3D) ;
- produire des plans pour traduire des idées (de l'espace au plan), ce qui a aussi pour effet d'améliorer ses capacités de lecture de plan.

1.3.1 LE CUBE DE PROJECTION

C'est un procédé qui permet d'expliquer le nom et la position des différentes mises en plan (projections orthogonales, en 2D), d'un objet qui, au minimum, est en 3 dimensions.

Une feuille de papier, une ligne de peinture, ont une épaisseur mais dans ce cas, une seule représentation suffit. Ce principe est abordé dans les premiers thèmes développés (terrains de sport).

Dans les autres cas, l'objet est placé à l'intérieur d'un cube, dit de projection. Le dessinateur se déplace autour de l'objet, et dans la méthode européenne, il projette les points, arêtes, faces vus (puis cachés) sur une des faces du cube situées au-delà de l'objet

REMARQUE : la vue de face est arbitraire mais choisie comme la plus significative de l'objet à représenter.

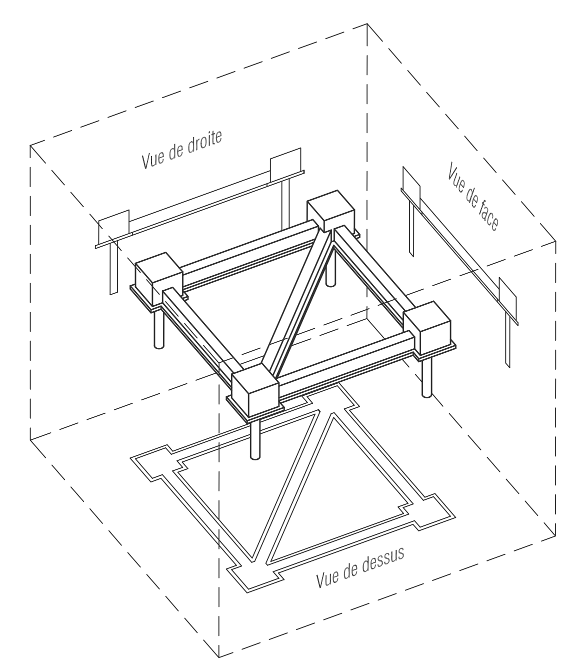


fig. 12 cube de projection

1.3.2 LE DÉVELOPPEMENT DU CUBE

Pour l'impression du dessin sur une même feuille, les 6 faces du cube sont rabattues dans un même plan : celui de la vue de face pour donner les 6 projections orthogonales de l'objet

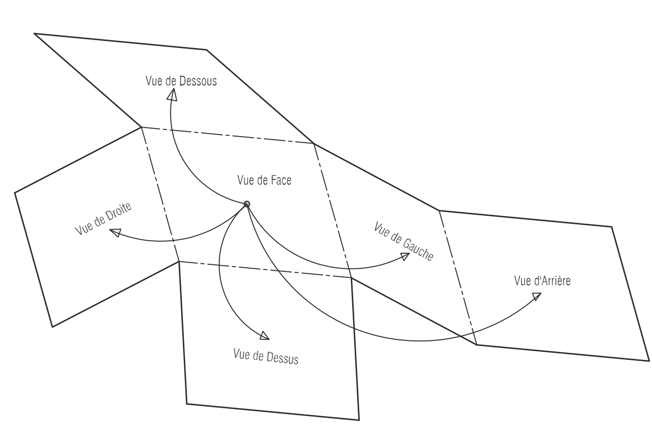


fig. 13 cube de projection en cours de développement

En règle générale, 2 ou 3 vues suffisent pour définir convenablement un objet.

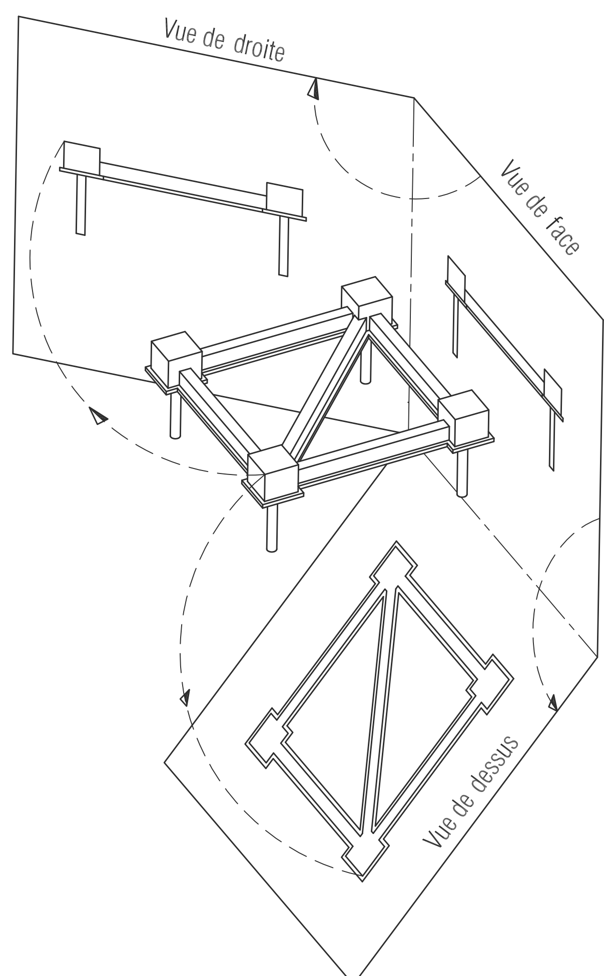


fig. 14 rabattement partiel de 2 plans de projection

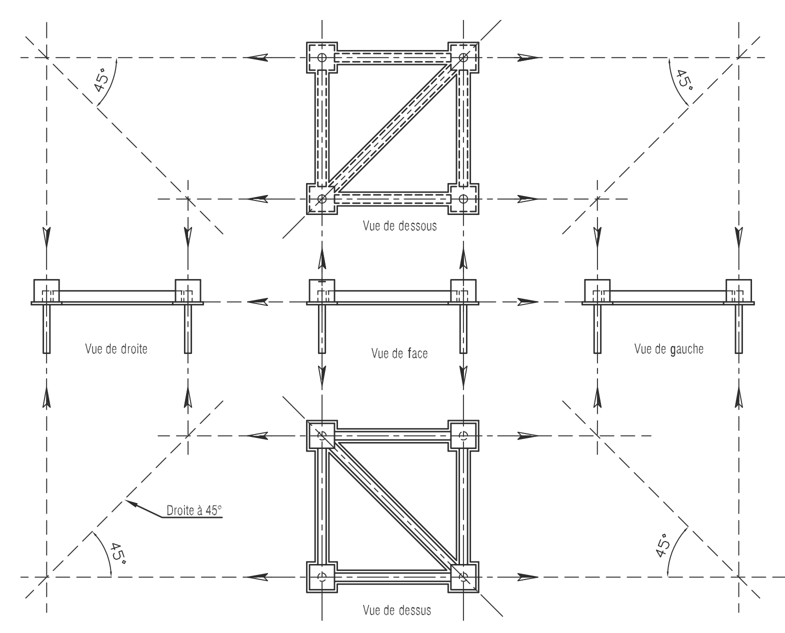


fig. 15 disposition des vues (la vue d'arrière, 6e vue, n'est pas représentée)

Les arêtes vues sont représentées en traits continus. Les arêtes cachées, en traits interrompus, ne sont pas toujours toutes représentées car elles peuvent réduire la clarté du dessin.

REMARQUES :

- Il y a correspondance entre les vues.
- Si, dans la mise en page, l'espacement « vue de face, vue de dessus » est égal à l'espacement « vue de face, vue de droite » alors seulement cette droite passe par l'intersection des lignes de correspondance sur la vue de face.
- La cotation (toujours cotes réelles) complète le dessin des projections.

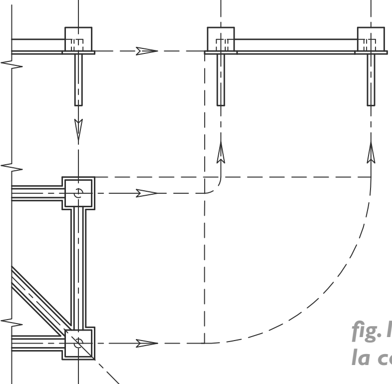


fig.15 bis autre manière d'effectuer la correspondance entre les vues

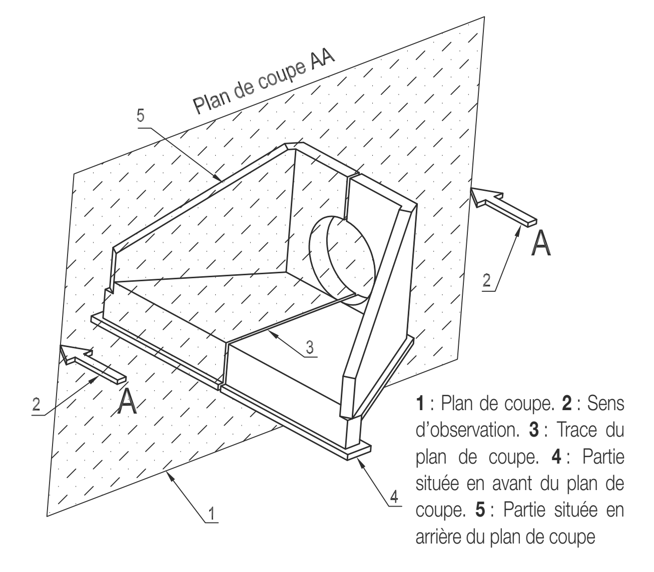
NOTE : voir compléments dans le thème 5

1.3.3 LES COUPES ET SECTIONS

Mais les vues extérieures sont rarement suffisantes pour définir des ouvrages composés. Elles sont complétées par des détails et « des vues intérieures » nommées sections ou coupes selon les éléments représentés.

Étape 1 : choix d'un plan de coupe

fig. 16 plan de coupe normal (perpendiculaire) à la vue de face et parallèle à un plan de projection



1 : Plan de coupe. **2** : Sens d'observation. **3** : Trace du plan de coupe. **4** : Partie située en avant du plan de coupe. **5** : Partie située en arrière du plan de coupe

Étape 2 : Enlèvement de matière (située en avant du plan de coupe)

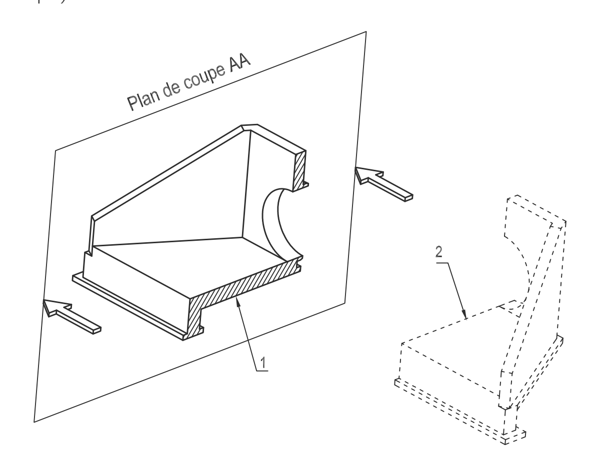


fig. 17 séparation des 2 parties

1 zone à représenter. **2** zone à ne pas représenter (située entre l'observateur et le plan de coupe)

Étape 3 : Résultats

Dans une section, seules les parties coupées sont représentées.

Pour une coupe, il faut ajouter les arêtes situées en arrière du plan de coupe (parfois, seules les arêtes vues sont représentées).

fig. 18 section AA

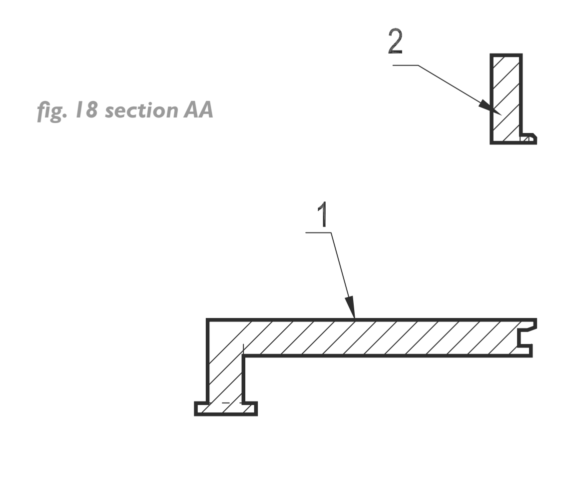
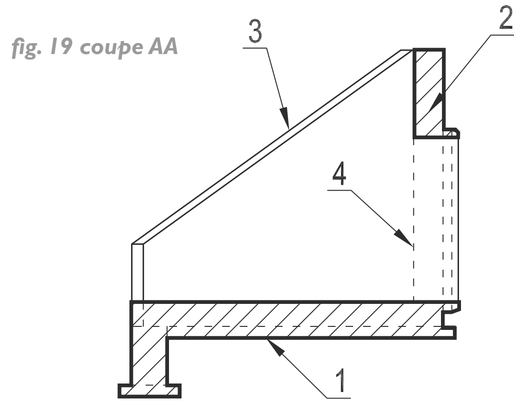


fig. 19 coupe AA



1 : contour de la matière coupée. **2** : hachures matérialisant la matière coupée. **3** : arêtes vues en arrière du plan de coupe. **4** : arêtes cachées en arrière du plan de coupe

Sections et coupes particulières

1 Section rabattue : la section est superposée à la vue normale au plan de coupe. Elle dispense d'une autre vue et permet une visualisation immédiate du profil utilisé.

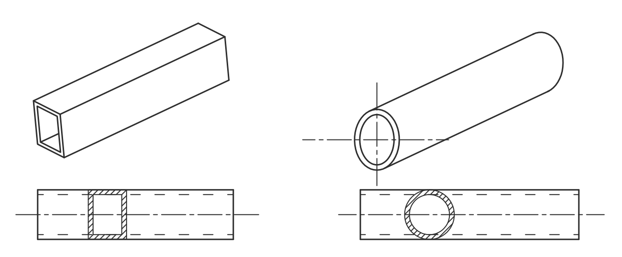


fig. 20 tube rectangulaire, circulaire

2 Coupe brisée à plans parallèles : l'objet est coupé par 2 plans parallèles. Elle permet la représentation de détails situés sur des plans différents et diminue le nombre de section ou de coupe.

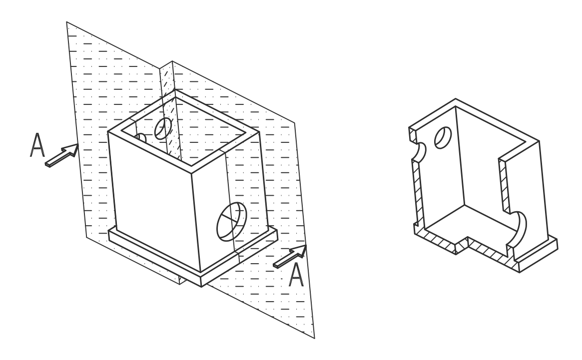


fig. 21 principe de la coupe brisée, coupe à plans parallèles

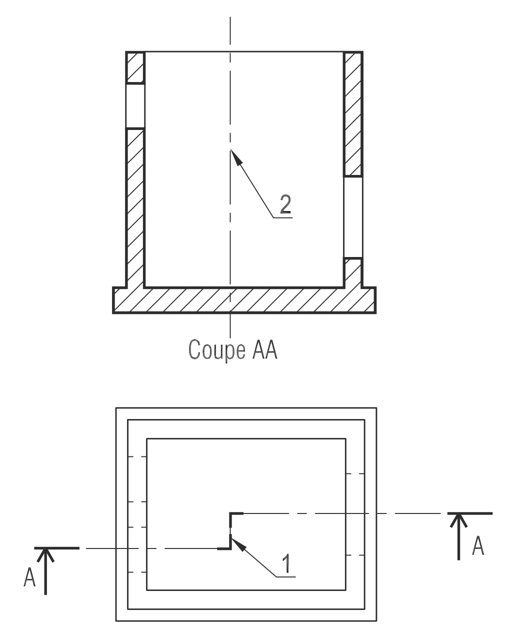


fig. 22 résultat avec correspondance entre plan et élévation

1 : changement de plans en traits renforcés. **2** : trace du changement de plans en élévation

NOTE : voir compléments dans le thème 9

1.3.4 Les vrais grandeurs et développements

Pour une représentation en vraie grandeur, les arêtes et surfaces doivent être parallèles au plan de projection. La méthode du rabattement, et plus généralement la géométrie descriptive, résolvent ce problème.

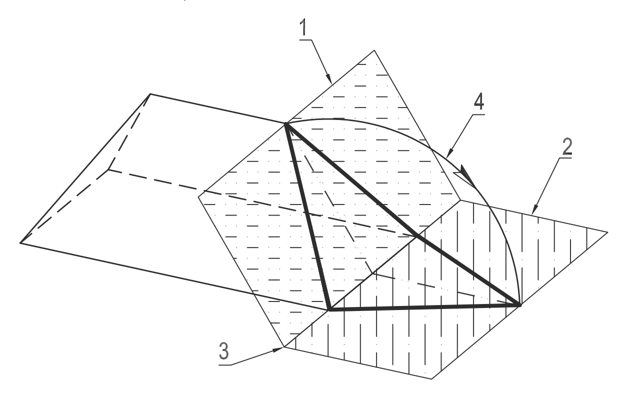


fig. 23 rabattement du versant de croupe

1 : Plan du versant de croupe. **2** : Plan horizontal. **3** : Axe de rotation (ligne d'égout ou autre) . **4** : Arc de cercle, rayon = ligne de plus grande pente.

Note : voir compléments dans le thème 7

Pour être fabriqués, d'autres ouvrages sont développés.

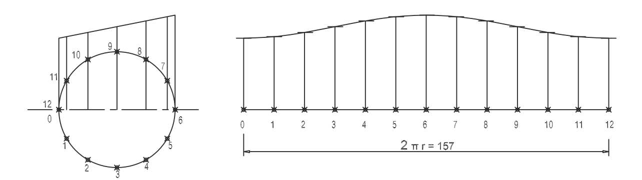


fig. 24 développé d'un cylindre tronqué

Note : voir compléments dans le thème 8

1.4 Les différents dessins techniques du BTP

Tout ouvrage du BTP requiert un nombre important de dessins d'apparence très différente selon :

- leur provenance (géomètre, architecte, bureau d'études techniques) ;
- leur destination (esquisse, études pour la maître d'ouvrage, plans pour le permis de construire, plans d'exécution pour le chantier) ;
- leur position dans la chronologie de l'acte de construire (relevé d'un existant, esquisse, perspective, avant-projet sommaire, avant-projet définitif, plans d'exécution) ;
- le lot gros œuvre (béton et armatures), structure métallique, charpente bois, menuiserie bois ou PVC, chauffage, plomberie, électricité…

De plus, dans le BTP, un dessin n'est jamais figé. Durant la vie d'un projet, il évolue au gré des desiderata du maître d'ouvrage (client), du maître d'œuvre (architecte), de contraintes techniques, de variantes plus économiques, des problèmes rencontrés…

La production des dessins

Pour produire ces plans, les dessinateurs, projeteurs, utilisent l'ordinateur avec des logiciels généralistes ou spécifiques pour le DAO (dessin assisté par ordinateur) ou, de plus en plus rare, le matériel traditionnel pour le travail à la planche. Ils peuvent également exécuter des dessins à main levée lors de relevés, de croquis explicatifs.

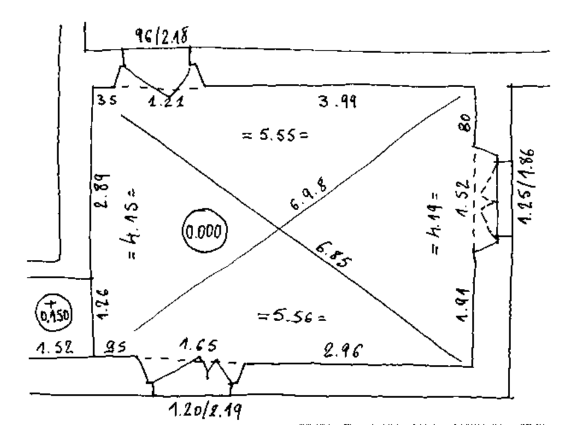


fig. 25 relevé d'un bâtiment existant

1.4.1 Les plans du permis de construire

La demande de permis de construire est composé :

- d'un imprimé ;
- de plans signés du demandeur ;
- d'un volet paysager avec :
  - une ou plusieurs coupes d'adaptation au terrain,
  - 2 photographies (d'angles et de distances différentes),
  - une notice accompagnée d'une visualisation d'intégration du projet dans le site (pas obligatoire lorsque la SHON < 170 m^2.

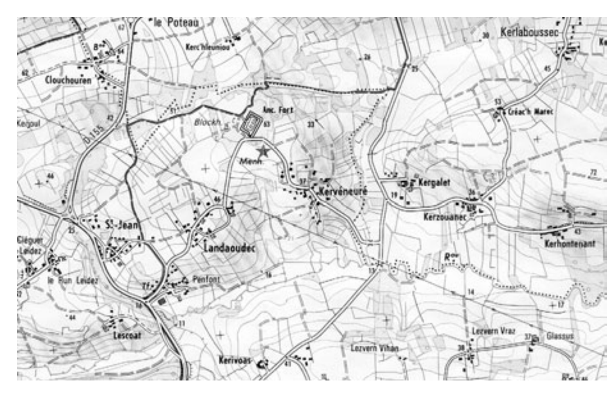


fig. 26 le plan de situation (carte IGN)

C'est un plan à petite échelle, de 1/5 000e à 1/25 000e, qui situe la parcelle du projet dans la commune, par rapport aux voies de communication.

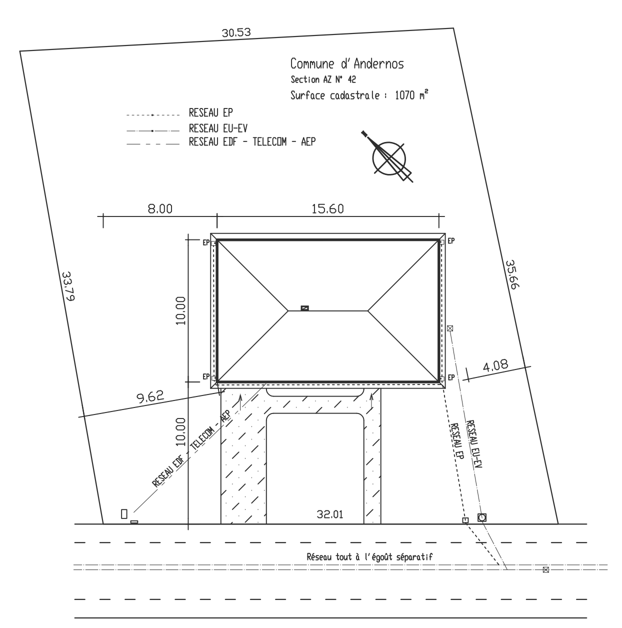


fig. 27 plan de masse

C'est un plan à une échelle variant de 1/200e à 1/500e, des limites la parcelle avec mention des bâtiments existants, éventuellement à construire ou à démolir pour un permis de construire, des réseaux publics, des voies d'accès…

<u>NOTE</u> : voir compléments dans le thème 4

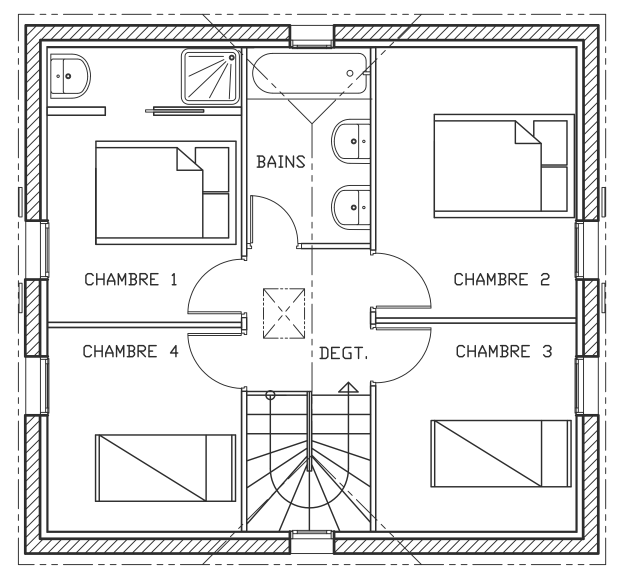


fig. 28 vue en plan (exemple du niveau l'étage, cotation à compléter)

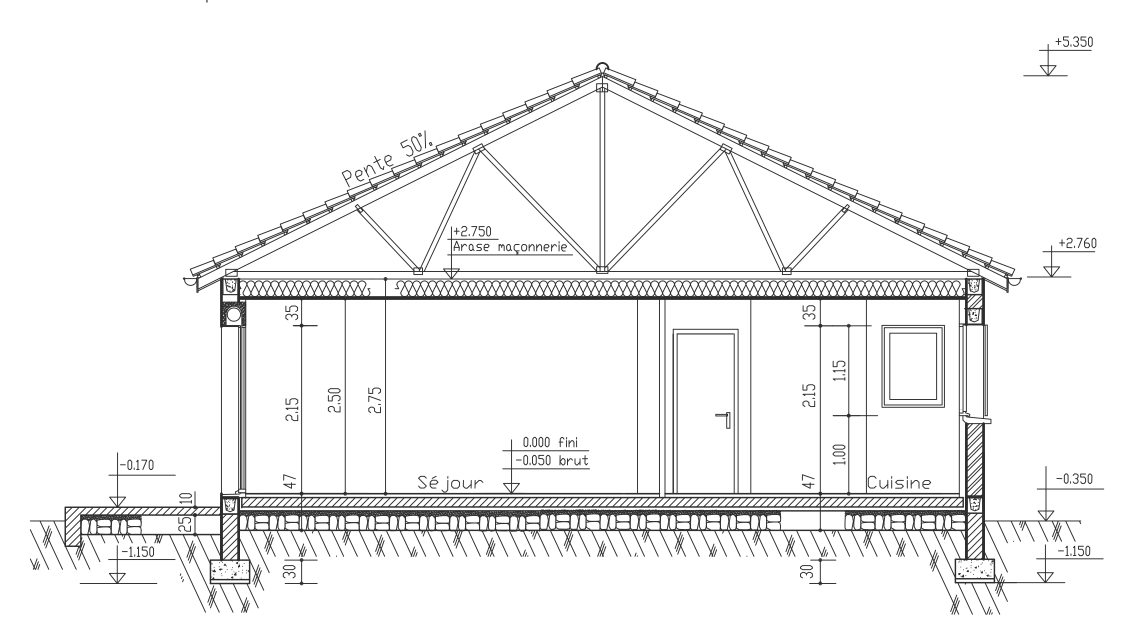


fig. 29 la coupe verticale

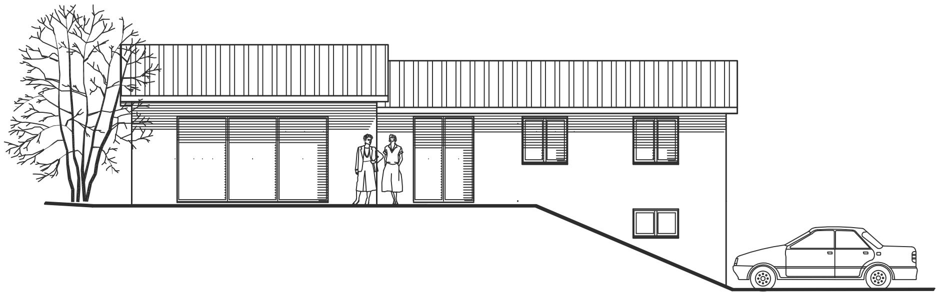


fig. 30 la façade principale

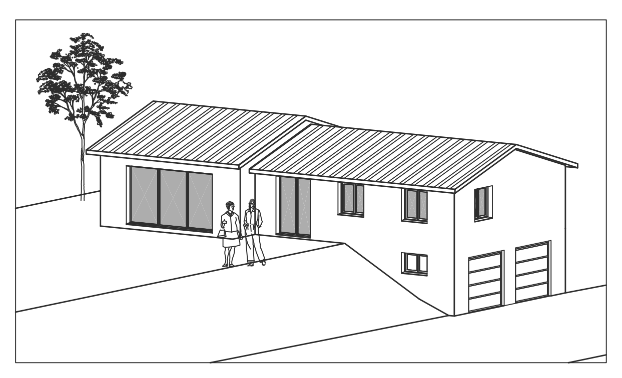


fig. 31 la perspective



fig. 32 l'intégration dans le site

1.4.2 LES PLANS DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES

Les plans d'architecte sont complétés par des :

- plans techniques :
  – des bureaux d'études structure (béton, bois, structure métallique) ;
  – des bureaux d'études fluides (plomberie, chauffage, ventilation, électricité…) ;
- des plans de détail.

Selon la mission de l'équipe de conception, le DCE (dossier de consultation des entreprises) comporte des variantes quant aux documents à fournir.

1.4.3 LES PLANS D'EXÉCUTION DES OUVRAGES (PEO)

La réalisation des ouvrages nécessitent des plans complémentaires. Par exemple, les plans béton du DCE sont des plans de coffrage avec ratios d'armatures. Lors de la réalisation, il faut des plans d'armatures détaillés avec notice de calcul.

1.4.4 EXEMPLES DE PLAN DE BUREAUX D'ÉTUDES

1.4.4.1 Plan de coffrage

Ils définissent les formes extérieures brutes obtenues après décoffrage des éléments en béton. On distingue les plans d'ouvrage en béton (ex : escalier, élément préfa…), les plans de planchers (PH R.d.C par exemple), les plans de fondations.

Un plan de coffrage d'élément définit en 2 ou 3 vues l'élément. On lui associe quelquefois le plan d'armatures de l'élément.

Un plan de coffrage de plancher (ex PH R.d.C) définit les porteurs inférieurs (R.d.C) et la dalle supérieure (1[er] étage). Les porteurs verticaux sont coupés (trait renforcés), les éléments préfabriqués (poutres, prédalles) représentés en place. On repère chaque élément. On note également les impacts des porteurs supérieurs s'ils ne coïncident pas avec ceux de l'étage inférieur. On lui associe des vues des détails importants (coupe sur certaines poutres…). Les échelles sont 1/50 1/100 pour les plans ; 1/10 et 1/20 pour les détails.

Un plan de coffrage des fondations est une vue de dessus des fondations ainsi que des coupes et détails. Les porteurs horizontaux sont coupés.

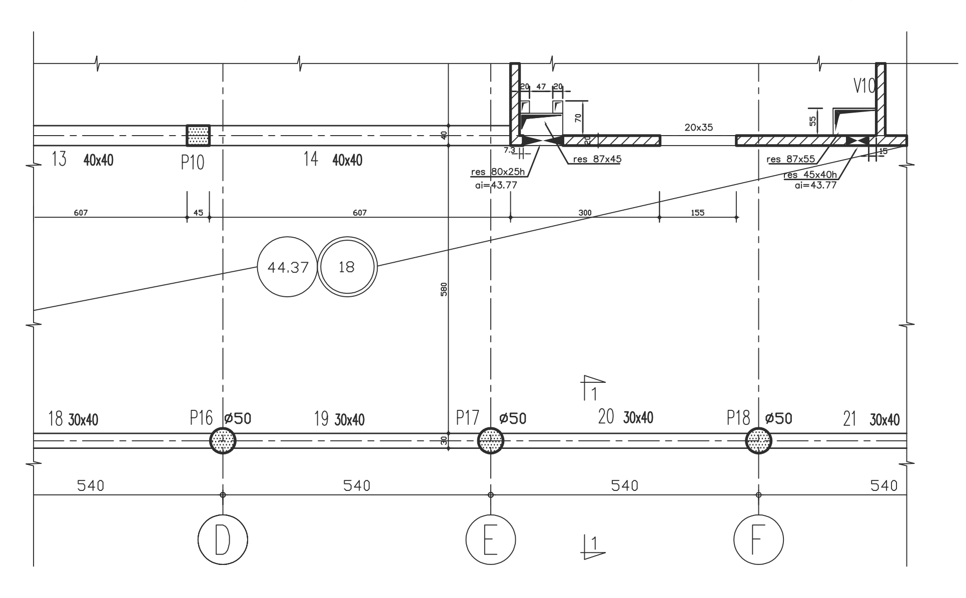


fig. 33 plan de coffrage du plancher haut du RDC, cotation en cm

Repérage des files D, E, F
des poteaux P10, P16, P17
des voiles V10
des poutres 13, 14 …
des réservations
de l'épaisseur du plancher (18 cm)
et de son altitude (44.37)

1.4.4.2 Plan d'armatures

Ils définissent les différentes armatures des éléments précédemment repérés.

On trouve des plans de voiles, planchers, poutres, poteaux, semelles de fondations. Chaque acier est repéré et identifié dans une nomenclature. Les attentes avec les éléments voisins non encore coulés sont représentées.

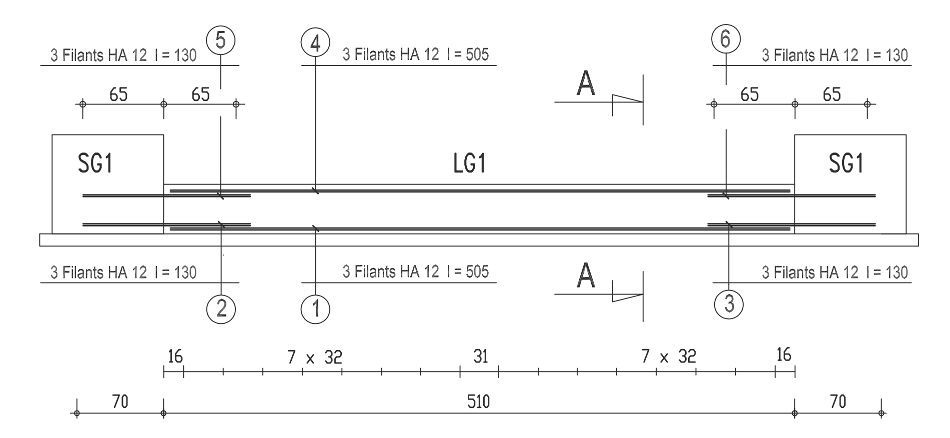


fig. 34 plan d'armatures d'un tirant en béton armé

1.4.4.3 Plan des lots techniques

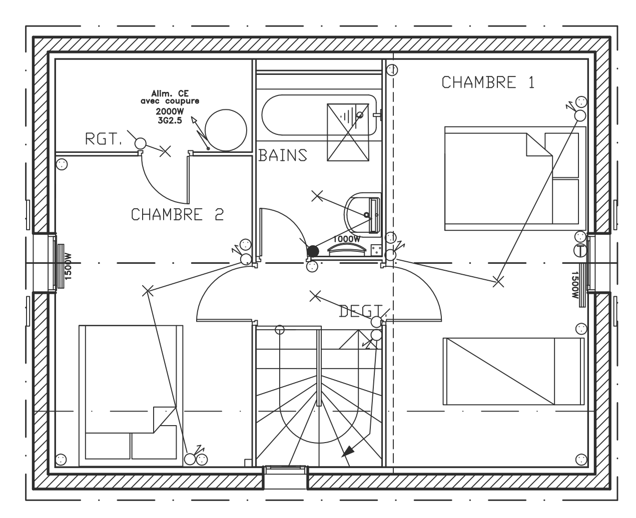


fig. 35 plan d'électricité

2 AVANT-MÉTRÉ ET MÉTRÉ

REMARQUE : nuance entre métré et avant-métré.

- Avant-métré lorsque l'évaluation des quantités est basée sur des documents définissant l'ouvrage à réaliser.
- Métré lorsque l'évaluation des quantités est basée sur des travaux déjà réalisés.

2.1 Objectif et définition

L'objectif de l'avant-métré est de déterminer les quantités d'ouvrages élémentaires (abréviation OE qualifiés aussi d'unités d'ouvrage ou d'articles) à mettre en œuvre pour réaliser l'ouvrage (le projet complet).

Pour citer l'UNTEC (Union nationale des économistes de la construction et des coordonnateurs) : c'est « le détail méthodique et analytique des ouvrages, dont la texture principale est fixée par les concepteurs qui comporte simultanément :

- 1 – La description succincte de leur nature et mise en œuvre
- 2 – Les détails des calculs de leurs quantités respectives »

C'est un acte établi avant commencement des travaux.

Il peut être réalisé sur plans, notamment pour les travaux neufs, ou après relevés sur place dans le cas de transformation ou d'aménagement.

Il fait appel :

- à la lecture de plan ;
- à la technologie, connaissance des matériaux et de leur mise en œuvre ;
- à des notions de mathématique (arithmétique, géométrie) ;
- à la technique du métré :
  - mode de métré (propre à chaque OE) :
    exemple : au m^2 de surfaces cotes finie vues. Unités et cotes à prendre en compte souvent différentes de celles des plans d'architecte, par exemple : pour la hauteur des cloisons prendre une hauteur brute alors que la cote indiquée sur une coupe est une hauteur sous plafond,
  - techniques de décomposition : HO DO pour hors œuvre dans œuvre, calcul des surfaces aveugles puis déduction des ouvertures.

Les quantités calculées sont utilisées pour :

- L'appel d'offre (fournies à titre indicatif, les entreprises sont tenues de les vérifier) ;
- L'approvisionnement de chantier ;
- Le bilan de chantier (comparaison des quantités prévues et des quantités consommées).

Elles sont dites réellement mise en œuvre sans tenir compte des pertes chutes intégrées dans le sous-détail de prix.

Comme l'indique l'UNTEC, la trame (d'un avant-métré et par la suite du DQE, devis quantitatif et estimatif) est dictée par le concepteur qui décompose l'ouvrage en lots.

EXEMPLE DES PREMIERS LOTS :

LOT N° 1	TERRASSEMENT VRD	LOT N° 4	COUVERTURE
LOT N° 2	MAÇONNERIE	LOT N° 5	MENUISERIES EXT
LOT N° 3	CHARPENTE	LOT N° 6	…

Puis chacun des lots est décomposé en OE avec pour chaque OE :

- un code ;
- un libellé ;
- le détail des calculs, éventuellement complétés de croquis, pour un métré ou un avant-métré ;
- une unité d'ouvrage ;
- une quantité d'OE (à l'unité U, au mètre m, traditionnellement ml pour mètre linéaire…).

2.2 La minute d'avant-métré

C'est un tableau qui détaille les calculs, complétés de croquis, pour obtenir la quantité d'OE comme dans l'exemple ci-dessous.

Code	Désignation	M	M^2	M^3	Qté
01.03	Terrassements				
01.03.05	Fouilles en rigoles, exécution mécanique, profondeur 0.70 m en terrain de classe B				
	En 0.50 de large				
	Linéaire :				
	HO : 2f 12.50	25.00			
	DO : 2f 9.50	19.00			
	Ens lin	44.00			
	× par la larg : 0.50		22.00		
	En 0.80 de large				
	Linéaire :				
	HO : 2f 14.50	29.00			
	DO : 1f 5.00	5.00			
	Ens lin	34.00			
	× par la larg : 0.80		27.20		
	Ens surf.		49.20		
	× par la profondeur : 0.70				34.440 m^3

Les feuilles sont numérotées avec une continuité dans les calculs :

- en terminant une feuille par une ligne « Report » suivie de sa valeur ;
- et en commençant la suivante par une ligne « À reporter » suivie de la valeur de la page précédente.

Les valeurs sont arrondies à 2 décimales pour les longueurs (en m) et surfaces (en m^2) et 3 décimales pour les volumes (en m^3) et masse (en kg). Selon le système international, l'unité de poids (ou de force) est le Newton (N).

Il existe d'autres présentations toutes aussi valables. L'utilisation quasi systématique de l'informatique intègre la description de la description des OE, la minute d'avant-métré dans le devis quantitatif avec sélection des éléments que l'on souhaite imprimer.

Code	Désignation	U	Qté
01.06	Voiries		
01.06.01	Fourniture et pose de bordures en béton type P1 en limite de zone accès voiture compris calage, jointoiement et sujétions pour parties courbes		
	Linéaire : 2f 18.10 = 36.20		
	Linéaire : 1f 2.00 = 2.00		
	Linéaire : 1f 3.80 = 3.80		
	Linéaire : 1f π × 1.00 = 3.14		
	Ens. linéaire 45.14		
	déduire : 2f 1.00 = 2.00		
	Reste	m	43.14

2.3 Le devis quantitatif

2.3.1 PRINCIPE

Il donne la liste détaillée, par poste, du nombre d'unités d'œuvre (à l'unité, mètre ou mètre linéaire, m^2, m^3, poids). C'est un tableau, issu du devis descriptif avec la quantité relative à chaque ouvrage élémentaire.

La justification des calculs d'OE figure dans le devis quantitatif (devis quantitatif détaillé) ou non.

Devis quantitatif pour appel d'offre

Code	Désignation	U	Qté	PVU	PT
01.06	Voiries				
01.06.01	Fourniture et pose de bordures en béton type P1 en limite de zone accès voiture compris calage, jointoiement et sujétions pour parties courbes	m	43.14		

2.3.2 AVEC UN TABLEUR

Colonne 1	Codification des ouvrages élémentaires en relation avec le CCTP (cahier des clauses techniques particulières) fourni par l'architecte.
Colonne 2	Désignation ou libellé (description) de l'ouvrage élémentaire avec détails ou non des calculs organisés dans des colonnes auxiliaires pour un alignement des chiffres
Colonne 3	Unité d'ouvrage élémentaire (u, m, m^2, m^3, kg)
Colonne 4	Quantité finale de l'ouvrage élémentaire
Colonne 5	Prix unitaire de vente de l'ouvrage élémentaire
Colonne 6	Prix total de vente (ou montant), qui correspond à la multiplication de la quantité par le prix unitaire

NOTE : Tous les prix indiqués sont hors taxes. Les taux de TVA sont appliqués à la fin du devis estimatif.

Ce tableau, complètement renseigné, est appelé DQE pour devis quantitatif estimatif.

Exemple de présentation avec un tableur

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
5	**Code**	**Désignation**		**Nb**	**Long.**	**Larg.**	**Haut.**	**Sous-total**	**U**	**Qté**	**PU**	**PT**
6	1	Béton de propreté B16,										
7		ep. moyenne 10 cm, débord 10 cm										
8		pour semelles										
9				4	1.10	1.10		Formule				
10		pour longrines										
11		périmétriques		4	5.10	0.50		Formule				
12		diagonale		1	6.93	0.50		Formule				
13		Ensemble surface							m^2	Formule		
14												
15	2	Béton armé B30										
16	2.1	Semelle										
17		Cube		4	0.90	0.90	0.80	Formule				

Les calculs sont effectués par le tableur avec un recalcul automatique en cas de changement d'une des valeurs des colonnes intitulées « nombre, longueur, largeur ou hauteur ».

NOTE : voir compléments dans les thèmes 1, 2, 3, 5, 7

3 L'ESTIMATION ET L'ÉTUDE DE PRIX

3.1 Définitions

Estimer, c'est déterminer la valeur **prévisionnelle** d'un ouvrage ou d'une partie d'ouvrage en tenant compte de sa réalisation mais aussi :

- des particularités du chantier (degré de complexité, éloignement, conditions d'accès, au rez-de-chaussée, au 4e étage…) ;
- de l'entreprise (structure, frais généraux et investissements…).

L'estimation peut nécessiter l'intégration d'autres éléments.

C'est le cas :

D'un coût de réalisation :

Travaux + honoraires + assurances

D'un coût d'opération :

Foncier + sondages + honoraires + travaux + assurances

D'un coût global :

Foncier + sondages + honoraires + travaux + assurances + dépenses d'exploitation et de maintenance + démolitions (sur une période donnée)

L'économiste, au sein d'une équipe de programmation, réalisera une estimation pour le compte du maître de l'ouvrage.

La maîtrise d'œuvre réalisera des estimations au niveau ESQ (esquisse), APS (avant-projet sommaire), APD (avant-projet définitif), PRO (projet) et EXE (exécution).

Les entreprises réaliseront des devis quantitatifs estimatifs servant de supports à leurs offres, ces documents portant dans le cadre des marchés publics le nom de décomposition du prix global forfaitaire (DPGF).

L'estimation, associée au planning, sert aussi :

- à préparer le chantier : prévision :
  - des équipes,
  - du matériel nécessaire (gestion du parc, achat, location…),
  - de l'approvisionnement en matériaux (quantités et date) ;
- au bilan de chantier ;
- à l'étude des chantiers futurs.

3.2 Les divers niveaux d'estimation

L'estimation dans sa méthodologie et sa précision est fonction du degré d'avancement d'une opération.

Les différentes méthodes sont les suivantes :

A – estimation à l'unité d'ouvrage globale d'exécution (ex : le lit d'hôpital, la chambre d'hôtel, etc.)

B – estimation au m^2 couvert

C – estimation au m^2 de plancher

D – estimation au m^2 pondéré HO

E – estimation par avant-métré avec application de prix unitaires

E1 – avec prix unitaires globaux

E2 – avec prix unitaires détaillés

F – méthode UNTEC (méthode d'estimation basée sur un calcul de quantités clefs et application de prix statistiques par catégories de bâtiments).

Leur précision et leurs possibilités d'utilisation étant fonction du stade d'avancement de l'opération, nous les classeront de la façon suivante :

	FAISABILITÉ	ESQ	APS	APD	PRO (1)	TRAVAUX (2)	MÉMOIRE
A	■						
B	■	■					
C	■	■					
D	■	■	■				
E1		■	■				
E2				■	■	■	■
F	■	■	■	■			

(1) consultation des entreprises. (2) modifications, en cours des travaux, qui entraînent des avenants.

3.3 L'étude de prix

Au sein de l'entreprise, les prix seront déterminés à partir des données et caractéristiques de l'entreprise plutôt qu'à partir de bordereaux de prix. Il est vivement recommandé de procéder au calcul des prix unitaires par le calcul de sous-détails de prix internes tenant compte de toutes les composantes propres à l'entreprise, en particulier au niveau :

- des particularités du chantier étudié ;
- des rabais propres ;
- des temps unitaires statistiques de l'entreprise : grande variation d'une entreprise à l'autre (organisation des travaux, investissement en matériel, encadrement, qualification et motivation des salariés…) ;
- des éléments constitutifs du coefficient multiplicateur d'entreprise (stratégie).

Au sein de l'entreprise les prestations suivantes pourront être réalisées :

3.3.1 Stade consultation des entreprises (remise de l'offre)

- études quantitatives de son ou de ses corps d'état
- consultation des fournisseurs
- consultation des sous-traitants
- étude des offres des sous-traitants
- étude de prix de son ou de ses corps d'état
- relations avec divers partenaires de l'acte de construire pour l'étude (bureau d'études des sols, BET techniques, maîtrise d'œuvre, maîtrise d'ouvrage)
- visite du site (avec réalisation de relevés si nécessaire)
- remise de l'offre globale
- discussions avec la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage (négociations)
- établissement des marchés de sous-traitance

3.3.2 Stade chantier

- collecte des documents des diverses entreprises en vue de la sécurité (PPSPS)
- étude des travaux modificatifs en + et –
- établissement des projets de décomptes mensuels
- établissement des variations de prix
- établissement du compte prorata
- établissement du projet de décompte final
- établissement du mémoire en réclamation si nécessaire

3.3.3 Après la réalisation

- étude du bilan chantier faisant apparaître les écarts entre le prévisionnel et le réalisé (étude de rentabilité, vérifications des éléments d'étude (MO, Mx, Ml, coef, etc.)
- vérification de l'amortissement des frais généraux
- stratégie d'entreprise (variation du coefficient multiplicateur pour être plus compétitif en cas d'amortissement des FG)